

Aus der Kieferorthopädischen Abteilung

(Direktor: Prof. Dr. K. Nawrath)

der Zahn-, Mund- und Kieferklinik

der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

(Leitender Direktor: Prof. Dr. Dr. W. Ketterl)

DYSGNATHIEN UND SCHÄDELAUFBAU

Inauguraldissertation

zur Erlangung der Würde eines Doktors

der Zahnheilkunde

der Hohen Medizinischen Fakultät Mainz

vorgelegt von

Werner Gundlach

aus Kassel

Mainz 1973

Aus der Kieferorthopädischen Abteilung
(Direktor: Prof. Dr. K. Nawrath)
der Zahn-, Mund- und Kieferklinik
der Johannes-Gutenberg-Universität in Mainz
(Leitender Direktor: Prof.Dr.Dr. W. Ketterl)

DYSGNATHIEN UND SCHÄDELAUFBAU

Inauguraldissertation
zur Erlangung der Würde eines Doktors der Zahnheil-
kunde der Hohen Medizinischen Fakultät Mainz

vorgelegt von
Werner Gundlach
aus Kassel

Mainz 1973

Fachbereichs-Dekan:

Prof. Dr. Dr. Ketterl

Referent:

Prof. Dr. K. Nawrath

Korreferent:

Prof. Dr. K. Fuhr

Tag der mündlichen Prüfung: 27.6.1973



Meinen Eltern in Dankbarkeit gewidmet

INHALTSVERZEICHNIS

I.	EINFÜHRUNG	Seite 1
II.	SPEZIELLES SCHRIFTTUM	3
III.	MATERIAL UND METHODE	5
IV.	EIGENE UNTERSUCHUNGEN	
	1. Berechnung der Mittelwerte und Streuungen	15
	2. Einfache Varianzanalyse	28
	3. Nichtlineare Diskriminanzanalyse	32
	4. Korrelationsrechnung	35
V.	ZUSAMMENFASSUNG	37
VI.	SCHRIFTTUMSVERZEICHNIS	40

I. EINFÜHRUNG

Seit Beginn der röntgenkephalometrischen Ära, die durch HOFRATH und BROADBENT durch Einführung der Fernröntgentechnik eingeleitet wurde, ist im Schrifttum ein zunehmendes Interesse an den Zusammenhängen zwischen den anatomisch unterschiedlichen Skeletteilen des Kopfes festzustellen. Hierbei richtete sich das Interesse zunächst auf die nähere Umgebung des Gebißbereiches und weitete sich allmählich auf die gesamte Beurteilung des Kopfaufbaus in seinen zahlreichen Variationen aus. Insbesondere ergaben sich dabei tiefere Einblicke in die morphologischen Veränderungen, die vom Kleinkind bis zum Erwachsenen ablaufen (17, 21, 22, 26, 39).

Die Wachstumsdiagramme von BRODIE (4) und anderen (17, 21) sind für viele weitere Untersuchungen wegweisend geworden. Bis in die sechziger Jahre weist der Syllabus von KROGMAN und SASSOUNI (20) mehr als 600 einschlägige Arbeiten aus. In dem gleichen Werk sind etwa 70 verschiedene Auswertungsverfahren der Kopfröntgenogramme enthalten.

In letzter Zeit lenken neuere Arbeiten, z.B. von RICKETTS (31), die Aufmerksamkeit auf die Möglichkeit,

Wachstumsvorausberechnungen auf dem Wege der "kybernetischen Kommunikation" mit Hilfe von Computern vornehmen zu können.

Diese neuartigen und sicher noch der wissenschaftlichen Nachprüfung bedürftenden Gedankengänge berechtigen dazu, Teiluntersuchungen über die mit der Frage zusammenhängenden Probleme durchzuführen.

Mir ist die Anregung gegeben worden, bei einer Reihe von Patienten mit unterschiedlichen Dysgnathien röntgenkephalometrische Kontrollen durchzuführen, die vor allem auf die Frage gerichtet waren, ob der Kieferbereich (nach A.M. SCHWARZ als gnathometrischer Bezirk bezeichnet (37)) in gesetzmäßiger Abhängigkeit vom craniometrischen Bereich, dem Bereich des Mittelgesichtes, steht, oder ob, wie A.M. SCHWARZ (37) berichtet hat, Anomalien des Zahn- und Kieferbereiches ohne Abhängigkeit vom Aufbau des Mittelgesichtes auftreten.

II. SPEZIELLES SCHRIFTTUM

Der Letztgenannte hat in seinem Werk "Die Röntgenostatik" (37) entgegen den Auswertungsverfahren amerikanischer Autoren, die überwiegend die Schädelbasis und die Frankfurter Horizontale als Bezugslinie verwenden, die Trennung zwischen gnathometrischem und craniometrischem Bezirk durch die sogenannte Spinaebene (Verbindungsline zwischen spina nasalis anterior und spina nasalis posterior) als Bezugsebene propagiert. Zur Frage der Abhängigkeit der beiden Abschnitte existieren eine Anzahl von Arbeiten, die sich, ohne den Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben, mit den Namen BRODIE (4), TABORI und SCHMUTH (40), RUHLAND (33), HITCHCOCK (16), DAHAN (9), KAPOOR (18) und LIEB (23) verbinden.

Den Untersuchungen des Letztgenannten verdanken wir metrische Ergebnisse bei unterschiedlichen Gruppenbildern mit verschiedener Ätiologie und Genese. Als Resultat kann zusammengefaßt werden, daß kein statistisch gesicherter Zusammenhang zwischen gnathometrischen und craniometrischen Merkmalen besteht.

Die Fortentwicklung biostatistischer Methoden brachte neue Verfahrensweisen, mit deren Hilfe der Fragestel-

lung nach den möglichen Zusammenhängen in der folgenden Abhandlung nachgegangen werden soll.

III. MATERIAL UND METHODE

Zur Aufhellung der angeschnittenen Frage erschien es zweckmäßig, anomale Erscheinungsbilder mit unterschieden Merkmalen auszuwählen, die sich in fünf verschiedene Gruppen einordnen ließen. Zu diesen Gruppen zählten typische Anomalien, die nach der Angle'schen Klassifikation den Klassen II_1 , II_2 und III entsprachen. Die vierte Gruppe wurde von Fällen mit Mißverhältnis zwischen Zahnbreite und Kiefergröße gebildet, und die fünfte Gruppe umfaßte Bilder mit skelettal offenem Biß.

Alle Fälle der Kieferorthopädischen Abteilung der Zahn-, Mund- und Kieferklinik in Mainz werden seit 1953 fortlaufend numeriert. Willkürlich wurden daraus zunächst eintausend Fälle mit den Registerzahlen 3801 bis 4800 aus den Jahren 1967 bis 1970 ausgewählt.

Nach BREEG (3) entfallen dabei auf die Klasse II_1 38,4 %, auf die Klasse II_2 16,8 %, auf die Klasse III 3,9 %, auf den gnathisch offenen Biß 7,1 % und nach eigenen Beobachtungen auf das Mißverhältnis 4 % der Fälle.

Zehn Fälle pro Gruppe wurden dann nach den artbestimmenden Merkmalen folgendermaßen zugeordnet:

Gruppe I umfaßt Anomalien mit distaler Seitenverzahnung und Protrusion der oberen Incisivi. Der Rückbiß war in allen Fällen größer als $1/2$ Prämolarenbreite; das Ausmaß der Protrusion war in allen Fällen klinisch und röntgenologisch stark auffällig.

Der Gruppe II waren ebenfalls Rückbißformen zugeordnet, deren frontales Merkmal gegenläufige Stellungsfehler in Form der Retrusion der oberen Incisivi aufwies. Das Ausmaß des Rückbisses betrug auch in dieser Gruppe mindestens $1/2$ Prämolarenbreite.

Die Gruppe III umfaßte Anomalien mit mesialer Seitenverzahnung und weiteren Merkmalen der Progenie (große Kieferbasis und Steilstand der Schneidezähne).

Für die Gruppe IV waren Probanden vorgesehen, die einen hochgradigen Raummangel als Folge des Mißverhältnisses von breiten Zähnen auf kleiner Kieferbasis aufwiesen.

Für die Gruppe V erfolgte die Auswahl aus der Reihe vertikaler Bißfehler, bei denen der Kantenabstand in der Höhe mindestens 4 mm betrug.

Bei allen Probanden lagen Fernröntgenprofilaufnahmen vor, an denen die Untersuchung durchgeführt wurde. Die

Aufnahmetechnik erfolgte nach den Richtlinien, die für die Mainzer Klinik erarbeitet wurden (29). Der Fokus-Film-Abstand betrug 300 cm, der Abstand von der Filmebene bis zur sagittalen Mittelebene des Kopfes 10 cm; das Strahlenzentrum war auf die Bifurkation der buccalen Wurzeln der oberen Molaren gelenkt. Die apparative Ausrüstung bestand aus einem Vier-Ventilapparat, der eine Belichtungszeit für laterale Kopfaufnahmen entsprechend dem Abstand von 0,3 bis 0,6 Sekunden ermöglichte (15).

Wie eingangs erwähnt, eignete sich das Auswertungsverfahren von A.M. SCHWARZ (37) zur geplanten Untersuchung wegen der Trennung des gnathometrischen und craniometrischen Bezirkes.

Um die notwendigen Werte erfassen zu können, wurden die Fernröntgenprofilaufnahmen auf transparente Folie in den interessierenden Abschnitten über einer beleuchteten Milchglasscheibe durchgezeichnet. Neben den Umrissen des Kopfes enthielten die Zeichnungen Linien zwischen markanten Punkten, die sowohl anguläre als auch lineare Messungen erlaubten. Wie aus den graphischen Darstellungen der Abbildungen 1 bis 3 zu ersehen ist, betrafen die Linien den Bezirk der vorderen Schädelbasis, des Nasenbodens und der Mandibula. Im den-

talen Bereich waren die mittleren Schneidezähne und ersten Molaren markiert; außerdem waren die Konturen der Hypophysengrube und die caudale Begrenzung der Oberkieferbasis mit der Flügelgaumengrube gekennzeichnet.

Die markierten Punkte ergaben sich aus den anatomisch und anthropologisch deutbaren Begriffen, die im Folgenden zusammengestellt sind; in Klammern die dann im Weiteren verwendeten Abkürzungen.

Nasion	(N)	Ansatzpunkt des Nasenbeines an der Schädelkalotte
Sellapunkt	(Se)	Intermediärer Punkt zwischen processus clinoideus anterior und processus clinoideus posterior
Spinapunkt	(SpP)	Schnittpunkt der Senkrechten auf die Spinaebene (s.u.) von der Spitze der Luftfigur, die die Flügelgaumengrube zeichnet, mit der Spinaebene. Dieser Punkt entspricht in etwa der spina nasalis posterior.
Artikulare	(Ar)	Schnittpunkt des dorsalen Schattens des aufsteigenden Unterkieferastes mit der caudalen Transparenz der Schädelbasis

A-Punkt (A) Die am weitesten dorsale Einziehung
der Oberkieferbasis

Nasion-Sella-

Ebene (NSe) Die Verbindung von N und Se

Spinaebene (SpE) Die Verbindung der spina nasalis
anterior mit SpP. Falls die vordere
Spitze nicht zu erkennen war,
wurde ein intermediärer Punkt an
der Stachelbasis verwendet.

Mit den so gefundenen Meßpunkten und Hilfslinien konnten die interessierenden Längen- und Winkelwerte registriert werden.

L ä n g e n w e r t e

1. vordere Oberge-

sichtshöhe (vOGH) Entfernung zwischen N und dem
Schnittpunkt der Senkrechten
auf NSe durch N mit SpE

2. hintere Oberge-

sichtshöhe (hOGH) Entfernung zwischen SpE und dem
Schnittpunkt der Senkrechten auf
NSe durch SpP mit NSe

3. NSe-Länge (NSe-L) Entfernung zwischen N und Se

4. (Se-V) Entfernung zwischen Se und dem Schnittpunkt der Senkrechten auf NSe durch Se und der obersten Transparenz des Bandschattens der Schädelkalotte
5. (N-O) Entfernung zwischen N und dem Schnittpunkt der Verlängerung von NSe mit der dorsalen Transparenz des Bandschattens der Schädelkalotte
6. (S-S-L) Entfernung zwischen Se und dem Schnittpunkt der Verbindungsgeraden von Se und Ar mit SpE.

W i n k e l w e r t e

1. Facialwinkel (Fa 4) Winkel, der von NSe und der Verbindungsgeraden von N und A gebildet wird
2. Inclinationswinkel (Incl 4) Winkel, der von NSe und SpE gebildet wird
3. Sattelwinkel (Sa 4) Winkel, der von NSe und der Verbindungsgeraden von Se und Ar gebildet wird

4. NSe-Winkel (NSe $\angle$) Winkel, der von NSe und der Verbindungsgeraden von N und der untersten Transparenz der Hypophysengrube gebildet wird
5. (S-S $\angle$) Winkel, der von SpE und der Verbindungsgeraden von Se und Ar gebildet wird.

Unter Berücksichtigung der unvermeidlichen Ablesefehler bei Fernröntgenaufnahmen kann nach entsprechenden Untersuchungen (27) davon ausgegangen werden, daß bei sorgfältiger Einhaltung der vorher geschilderten Aufnahmebedingungen die Genauigkeit bis zu 1 mm bei den Längen und bis etwa 1° bei den Winkeln reicht.

Bei der statistischen Auswertung ist dieses Ausmaß der Projektions- und Ablesefehler von untergeordneter Bedeutung.

Abb. 1 Meßpunkte und Hilfslinien

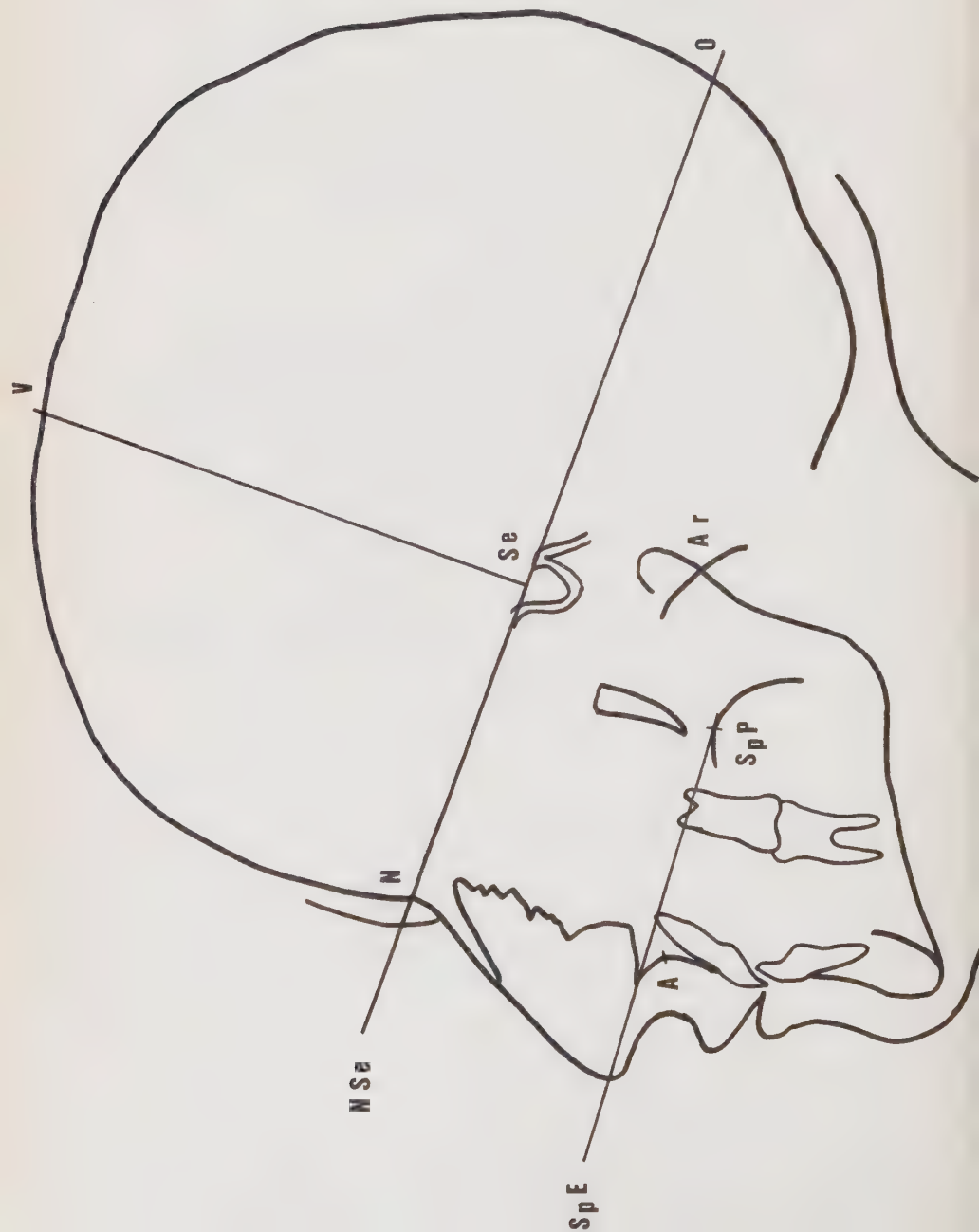
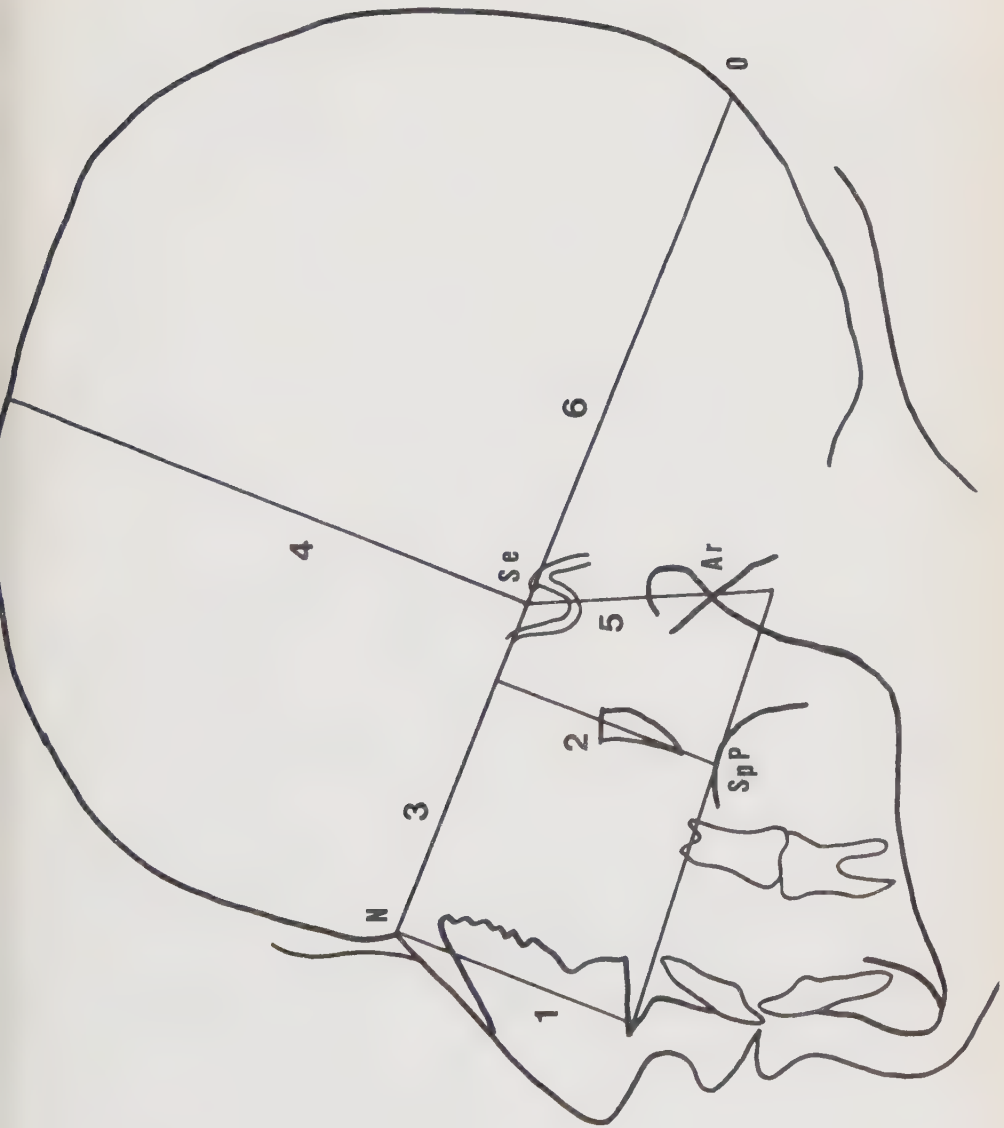


Abb. 2

Streckenlängen



1 vOGH

3 NSe - L

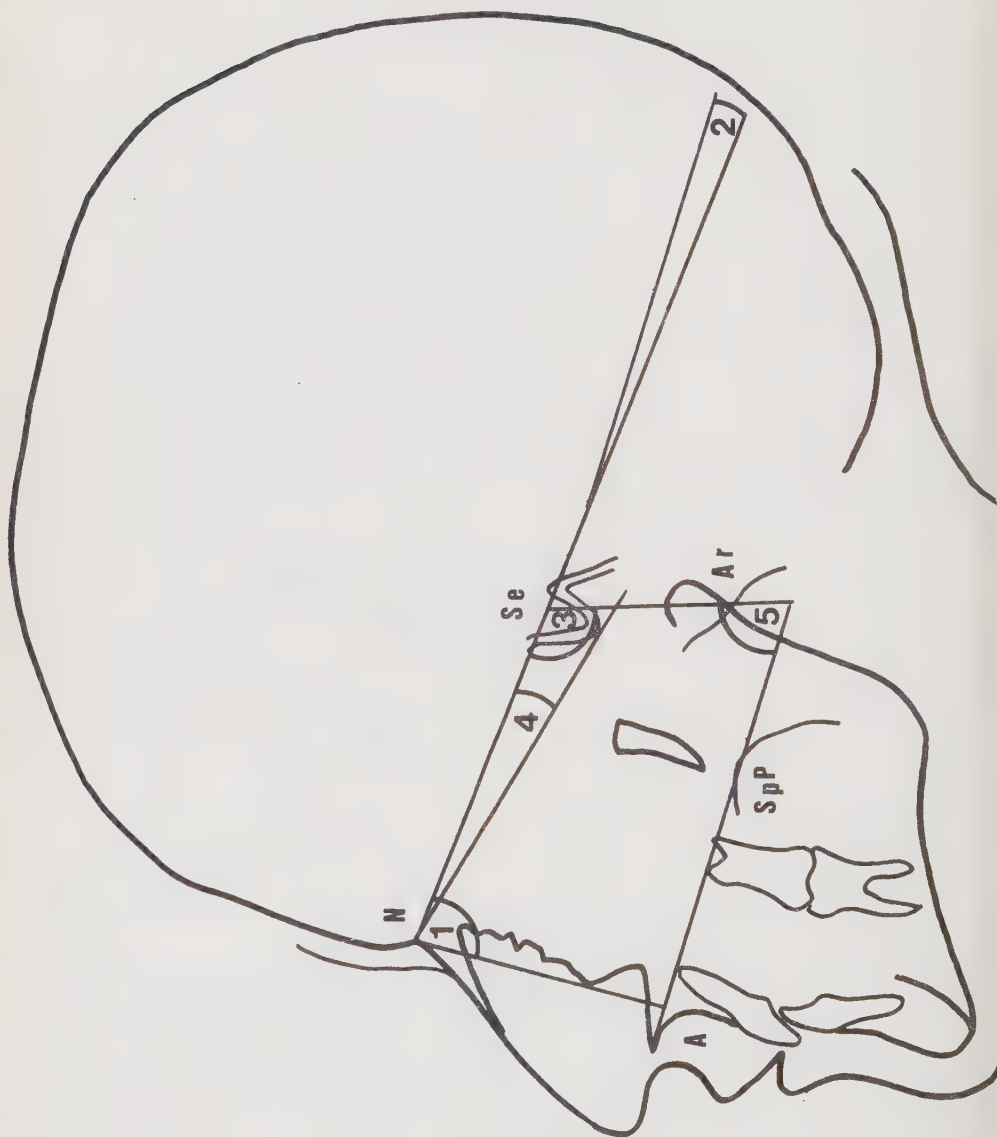
5 S - S - L

2 hOGH

4 Se - V

6 N - O

Abb. 3 Winkelwerte



- | | | |
|---------------|--------------|------------------|
| 1 Fa-Winkel | 3 Sa-Winkel | 5 S - S - Winkel |
| 2 Incl-Winkel | 4 NSe-Winkel | |

IV. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

1. Berechnung der Mittelwerte und Streuungen (19)

Zur Berechnung der Mittelwerte diene folgende Formel:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{10} x_i}{10}$$

Die Streuung (oder Varianz) wurde errechnet nach

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2}{9}$$

Die Standardabweichung ist

$$s = \sqrt{s^2}$$

In Tabelle 1 sind für jede der fünf Gruppen die gemessenen Werte, die Mittelwerte über alle zehn Beobachtungen in jeder Gruppe und die Standardabweichungen für jedes Maß aufgeführt und in den Abbildungen 4 bis 10 zur Veranschaulichung graphisch dargestellt.

Tab. 1.1

Gr. I	Gr. II	Gr. III	Gr. IV	Gr. V
Pa voGH	Pa voGH	Pa voGH	Pa voGH	Pa voGH
1 46,0	11 42,	21 41,	1 41,5	41 41,0
2 46,	12 41,5	22 45,5	22 41,5	42 42,5
3 46,5	13 46,5	23 49,5	33 44,	43 42,0
4 41,5	14 43,0	24 48,	34 44,	44 52,
5 41,	15 47,5	25 42,5	35 42,	45 47,0
6 45,0	16 46,	26 42,5	36 42,	46 45,0
7 43,	17 42,	27 45,	37 44,0	47 45,5
8 42,	18 51,	28 41,	38 42,	48 41,5
9 46,0	19 41,	29 47,0	39 40,	49 46,5
10 45,5	20 41,	30 45,5	40 54,0	50 47,
$\bar{x}$ 45,5	$\bar{x}$ 45,	$\bar{x}$ 44,95	$\bar{x}$ 44,55	$\bar{x}$ 44,70
s 2,21	s 2,60	s 2,175	s 1,10	s 2,300

Gr. I	Gr. II	Gr. III	Gr. IV	Gr. V
Pa hoGH	Pa hoGH	Pa hoGH	Pa hoGH	Pa hoGH
1 39,5	11 41,	21 41,	1 41,	41 41,
2 41,	12 41,	22 41,	22 42,	42 41,
3 41,	13 41,	23 41,	33 41,	43 41,5
4 41,	14 41,	24 41,5	34 41,5	44 43,5
5 41,5	15 41,	25 41,	35 42,	45 41,5
6 41,	16 41,	26 41,	36 41,	46 41,
7 41,	17 42,	27 41,5	37 42,	47 42,
8 41,	18 41,	28 42,	38 41,	48 41,
9 41,	19 41,	29 41,	39 41,	49 41,
10 41,	20 41,	30 41,	40 41,	50 41,5
$\bar{x}$ 41,5	$\bar{x}$ 41,	$\bar{x}$ 41,	$\bar{x}$ 41,5	$\bar{x}$ 41,5
s 2,5	s 2,5	s 2,5	s 1,870	s 2,496

Tab.1 Gemessene Werte, Mittelwerte und Streuungen

Tab. 1.2

Gr. I	Gr. II	Gr. III	Gr. IV	Gr. V
Pa Se-V	Pa Se-V	Pa Se-V	Pa Se-V	Pa Se-V
1 100,0	11 99,5	21 105,0	31 96,	41 104,0
2 100,5	12 100,5	22 102,0	32 103,5	42 100,0
3 97,0	13 100,5	23 102,5	33 104,5	43 100,0
4 92,5	14 97,0	24 93,5	34 120,0	44 105,0
5 103,5	15 96,0	25 95,5	35 98,5	45 100,0
6 100,0	16 106,0	26 98,5	36 100,0	46 107,0
7 98,0	17 102,0	27 102,5	37 101,0	47 100,5
8 100,0	18 103,5	28 105,0	38 110,5	48 111,0
9 96,0	19 104,	29 107,0	39 101,5	49 100,5
10 100,0	20 99,5	30 112,0	40 99,5	50 112,
$\bar{x}$ 101,5	$\bar{x}$ 101,9	$\bar{x}$ 101,9	$\bar{x}$ 102,1	$\bar{x}$ 101,1
s 4,276	s 4,19	s 6,555	s 7,566	s 4,234

Gr. I	Gr. II	Gr. III	Gr. IV	Gr. V
Pa Se-V	Pa Se-V	Pa Se-V	Pa Se-V	Pa Se-V
1 168,0	11 152,5	21 175,0	31 165,	41 181,0
2 180,5	12 156,5	22 151,5	32 162,5	42 181,5
3 156,5	13 155,	23 164,5	33 171,0	43 180,
4 174,5	14 162,0	24 171,5	34 172,5	44 175,0
5 167,0	15 176,5	25 168,5	35 174,0	45 180,
6 164,5	16 182,0	26 169,	36 179,0	46 180,0
7 180,0	17 160,5	27 174,0	37 172,0	47 180,0
8 154,5	18 174,	28 168,5	38 170,	48 180,0
9 174,5	19 174,	29 175,5	39 173,5	49 170,0
10 180,0	20 165,0	30 180,5	40 180,0	50 174,0
$\bar{x}$ 170,0	$\bar{x}$ 169,1	$\bar{x}$ 169,8	$\bar{x}$ 172,8	$\bar{x}$ 173,5
s 10,75	s 7,924	s 8,916	s 7,200	s 7,200

Tab. 1.3

Gr. I	Gr. II	Gr. III	Gr. IV	Gr. V
Pa NSe-L	Pa NSe-L	Pa NSe-L	Pa NSe-L	Pa NSe-L
1 67,0	11 65,0	21 66,0	31 61,5	41 66,0
2 67,0	12 64,0	22 56,0	32 65,0	42 63,5
3 65,0	13 63,0	23 59,5	33 62,0	43 67,0
4 60,0	14 65,0	24 62,0	34 73,0	44 64,0
5 70,0	15 64,5	25 63,0	35 60,0	45 67,0
6 71,0	16 71,0	26 50,5	36 62,0	46 69,5
7 66,5	17 66,0	27 52,0	37 61,5	47 60,0
8 63,5	18 68,5	28 66,0	38 69,0	48 66,5
9 61,0	19 68,5	29 66,0	39 70,0	49 65,0
10 64,0	20 66,0	30 67,5	40 67,0	50 66,0
$\bar{x}$ 66,10	$\bar{x}$ 66,05	$\bar{x}$ 62,80	$\bar{x}$ 65,45	$\bar{x}$ 65,45
s 2,970	s 2,576	s 4,583	s 4,10	s 2,554

Gr. I	Gr. II	Gr. III	Gr. IV	Gr. V
Pa Incl Δ	Pa Incl Δ	Pa Incl Δ	Pa Incl Δ	Pa Incl Δ
1 + 6	11 + 6	21 + 9	31 + 7	41 0
2 +11	12 + 7	22 +13	32 + 2	42 + 2
+ 6	13 + 0	23 - 4	33 + 1	43 + 7
4 + 4	14 + 4	24 + 3	34 + 5	44 + 6
5 + 8	15 + 2	25 + 3	35 +	45 + 5
6 + 4	16 + 1	26 + 4	36 + 5	46 + 2
7 + 3	17 + 5	27 + 6	37 + 3	47 + 5
8 - 4	18 + 4	28 + 7	38 + 5	48 + 5
9 + 2	19 + 4	29 + 3	39 + 8	49 + 2
10 + 9	20 + 2	30 + 7	40 + 5	50 + 3
$\bar{x}$ + 4,9	$\bar{x}$ + 4,1	$\bar{x}$ + 5,1	$\bar{x}$ + 4,4	$\bar{x}$ + 3,7
S 4,201	s 1,969	s 4,507	s 2,170	s 2,213

Tab. 1.4

Gr. I		Gr. II		Gr. III		Gr. IV		Gr. V	
Pa	Sa 4	Pa	Sa 4	Pa	Sa 4	Pa	Sa 4	Pa	Sa 4
1	124	11	126	21	129	31	119	41	114
2	127	12	116	22	125	32	114	42	117
3	122	13	122	23	109	33	116	43	124
4	114	14	119	24	113	34	126	44	120
5	119	15	118	25	107	35	116	45	122
6	115	16	113	26	114	36	120	46	116
7	117	17	119	27	122	37	122	47	118
8	108	18	119	28	117	38	120	48	118
9	122	19	118	29	114	39	116	49	110
10	121	20	120	30	116	40	124	50	115
$\bar{x}$	118,9	$\bar{x}$	119,0	$\bar{x}$	116,6	$\bar{x}$	119,3	$\bar{x}$	117,4
s	5,546	s	3,441	s	6,915	s	3,888	s	4,033

Gr. I		Gr. II		Gr. III		Gr. IV		Gr. V	
Pa	SS-L	Pa	SS-L	Pa	SS-L	Pa	SS-L	Pa	SS-L
1	42,0	11	51,0	21	44,5	31	37,5	41	48,0
2	39,0	12	49,5	22	34,5	32	45,5	42	44,5
3	44,0	13	43,0	23	45,5	33	47,0	43	43,0
4	43,0	14	42,0	24	46,5	34	44,0	44	50,0
5	36,0	15	50,0	25	40,5	35	42,0	45	44,5
6	41,5	16	45,0	26	40,0	36	40,0	46	52,5
7	44,0	17	45,0	27	42,0	37	47,0	47	44,5
8	50,0	18	50,5	28	42,0	38	42,5	48	42,0
9	51,5	19	45,0	29	46,0	39	39,0	49	49,0
10	38,0	20	46,0	30	43,5	40	43,0	50	47,0
$\bar{x}$	42,95	$\bar{x}$	45,75	$\bar{x}$	42,50	$\bar{x}$	42,75	$\bar{x}$	46,50
s	4,851	s	3,874	s	3,605	s	3,250	s	3,358

Tab. 1.5

Gr. I	Gr. II	Gr. III	Gr. IV	Gr. V
Pa S-S *	Pa S-S *	Pa S-S *	Pa S-S *	Pa S-S *
1 63	11 59	21 60	31 69	41 65
2 64	12 70	22 68	32 68	42 64
3 64	13 64	23 67	33 64	43 64
4 69	14 65	24 70	34 60	44 66
5 69	15 64	25 75	35 67	45 64
6 68	16 68	26 70	36 65	46 62
7 65	17 66	27 64	37 60	47 57
8 67	18 65	28 70	38 65	48 67
9 67	19 66	29 69	39 73	49 71
10 69	20 62	30 70	40 62	50 61
$\bar{x}$ 65,7	$\bar{x}$ 64,5	$\bar{x}$ 68,3	$\bar{x}$ 67,	$\bar{x}$ 67,0
s 3,104	s 3,034	s 4,029	s 4,110	s 4,075

Gr. I	Gr. II	Gr. III	Gr. IV	Gr. V
Pa Pa *	Pa Pa *	Pa Pa *	Pa Pa *	Pa Pa *
1 76	11 77	21 77	31 84	41 86
2 81	12 87	22 78	32 82	42 84
3 82	13 79	23 90	33 87	43 77
4 84	14 84	24 93	34 76	44 81
5 79	15 84	25 85	35 91	45 82
6 87	16 84	26 86	36 82	46 83
7 87	17 85	27 77	37 86	47 85
8 89	18 82	28 83	38 81	48 89
9 86	19 86	29 81	39 84	49 81
10 77	20 82	30 80	40 83	50 85
$\bar{x}$ 83,4	$\bar{x}$ 82,1	$\bar{x}$ 82,8	$\bar{x}$ 84,2	$\bar{x}$ 83,5
s 4,742	s 4,173	s 4,417	s 4,131	s 4,154

Tab. 1.6

P. I	P. II	P. III	P. IV	P. V
1 4	11 4	12 4	13 4	14 4
1 5	11 5	21 5	31 7	41 6
2 6	12 7	22 5	32 7	42 6
3 7	1 8	3 8	33 7	43 5
4 6	14 5	24 7	34 6	44 6
5 6	15 8	2 8	35 6	45 7
6 5	16 6	26 7	36 6	46 6
7 5	17 6	27 7	37 5	47 8
8 6	18 8	28 6	38 6	48 7
9 5	19 7	29 6	39 6	49 9
10 6	2 7	30 5	40 7	50 6
$\bar{x}$ 5,2	$\bar{x}$ 5,4	$\bar{x}$ 6,4	$\bar{x}$ 6,4	$\bar{x}$ 6,4
s 1,450	s 1,175	s 1,175	s 0,514	s 1,264

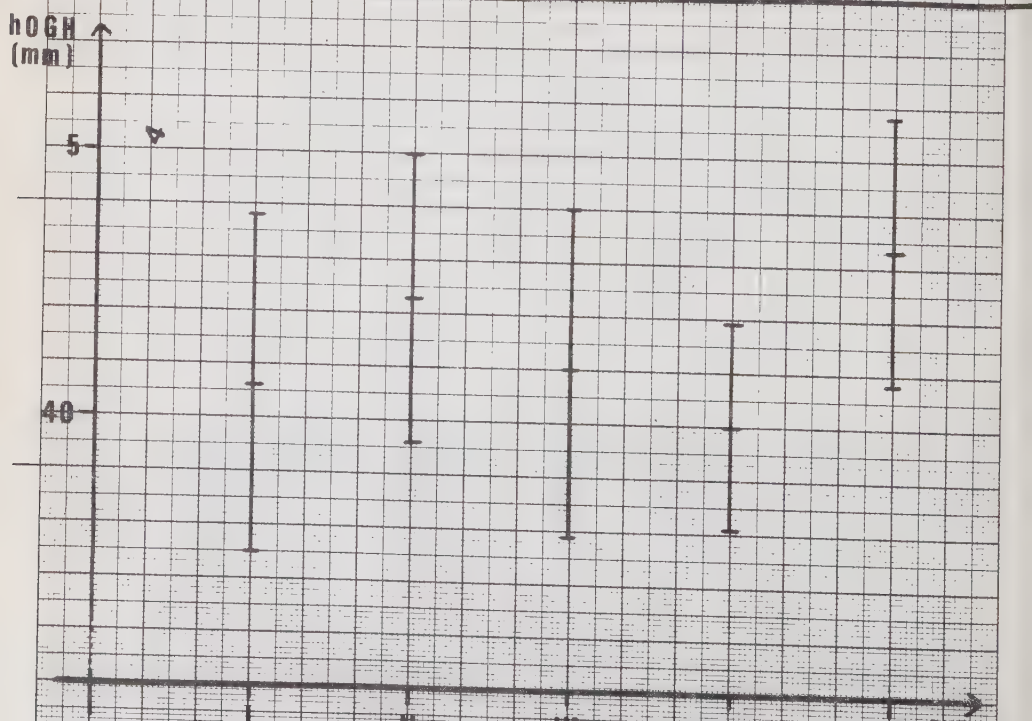
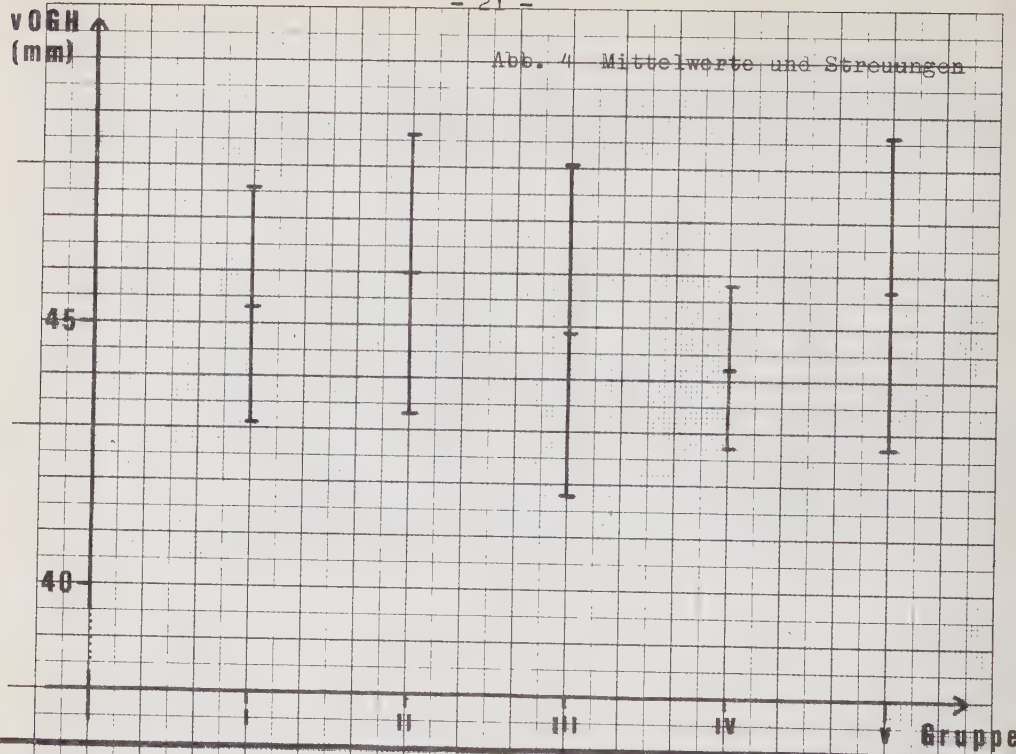


Abb. 5 Mittelwerte und Streuungen

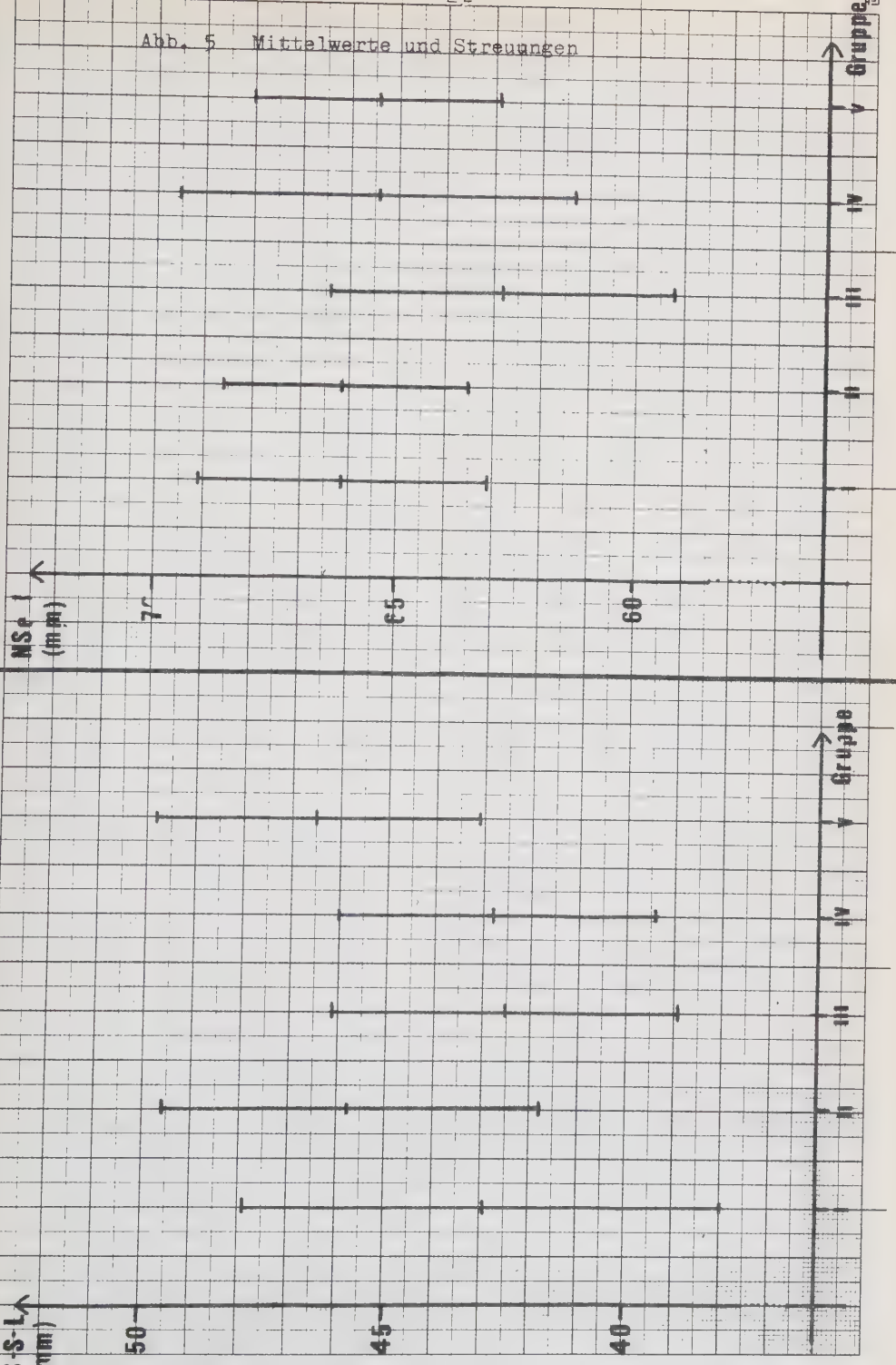
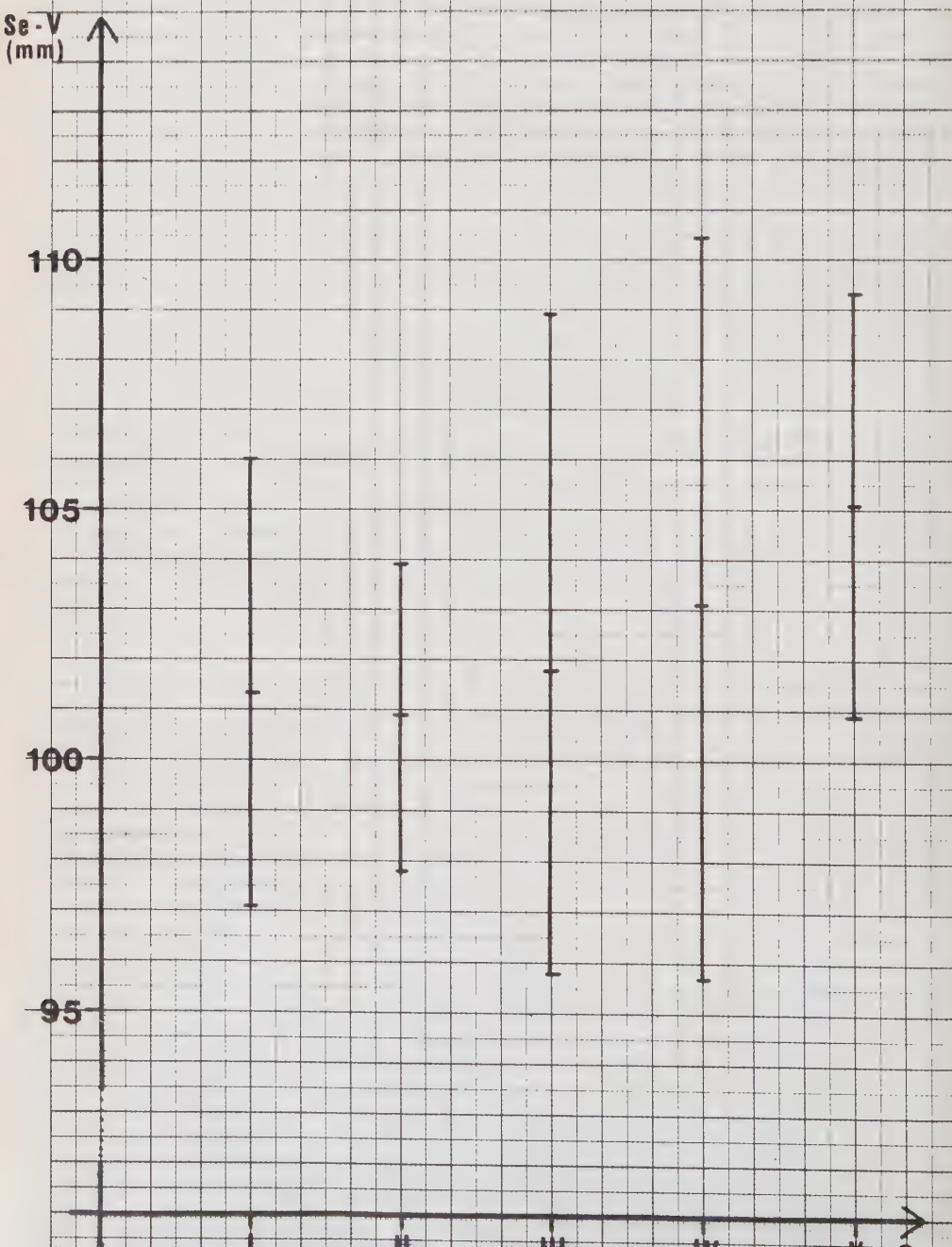


Abb. 6 Mittelwerte und Streuungen



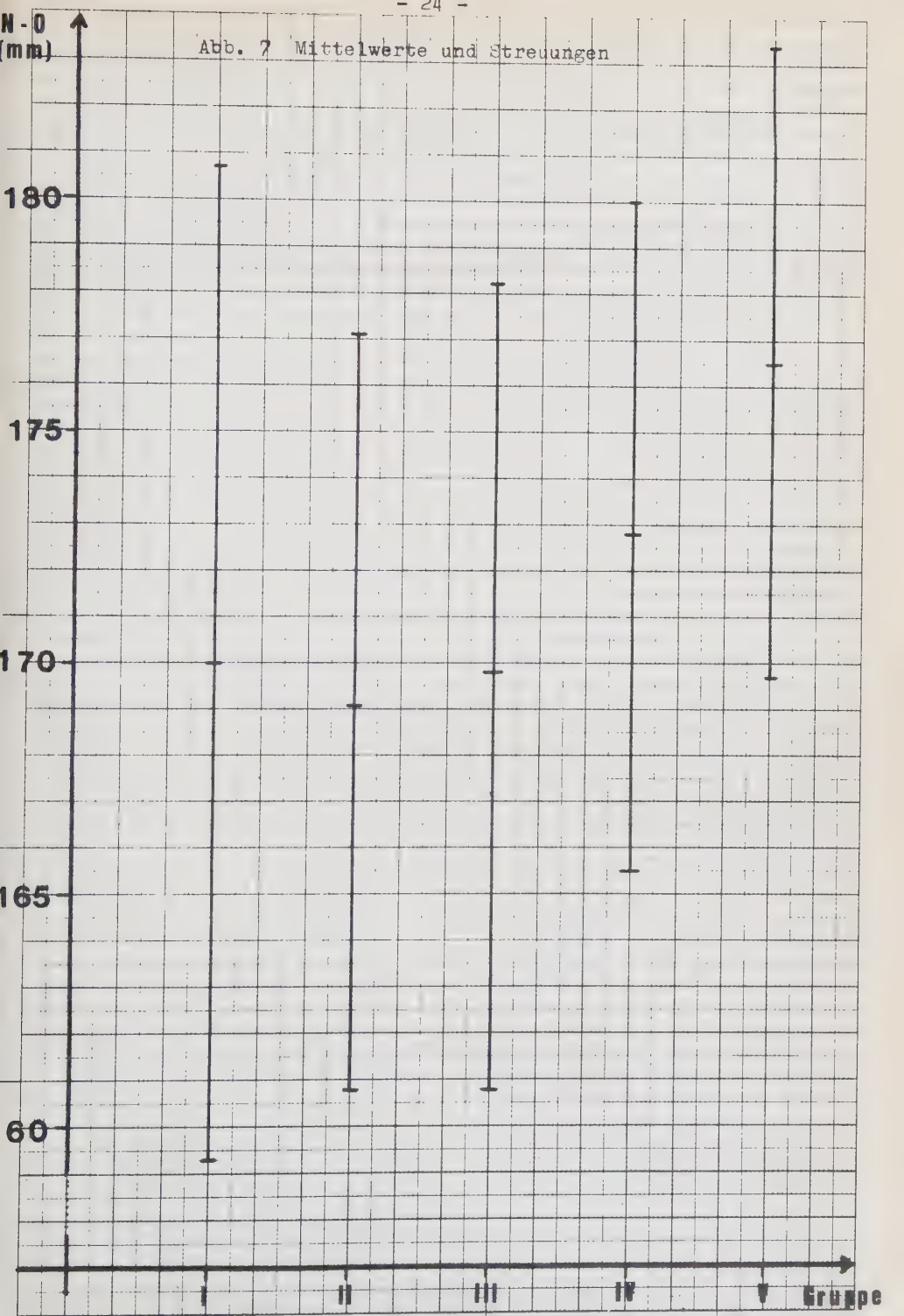


Abb. 8 Mittelwerte und Streuungen

$\bar{x}$
(.)

85

80

75

Gruppe

v

iv

iii

ii

$\bar{x}$
(.)

70

65

60

Gruppe

v

iv

iii

ii

i

Gruppe

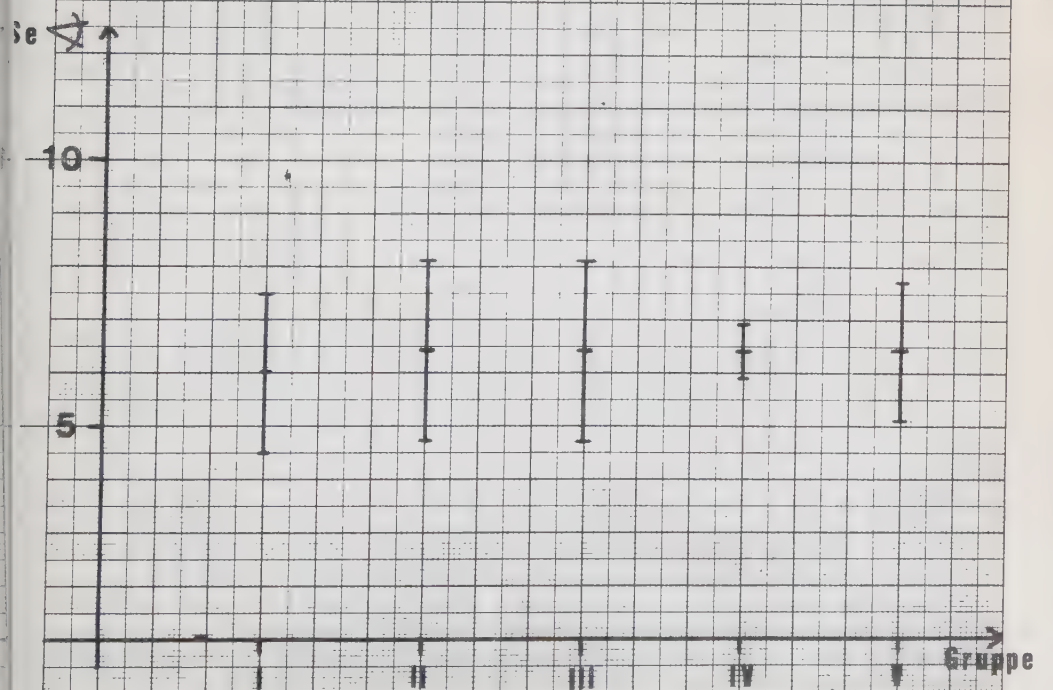
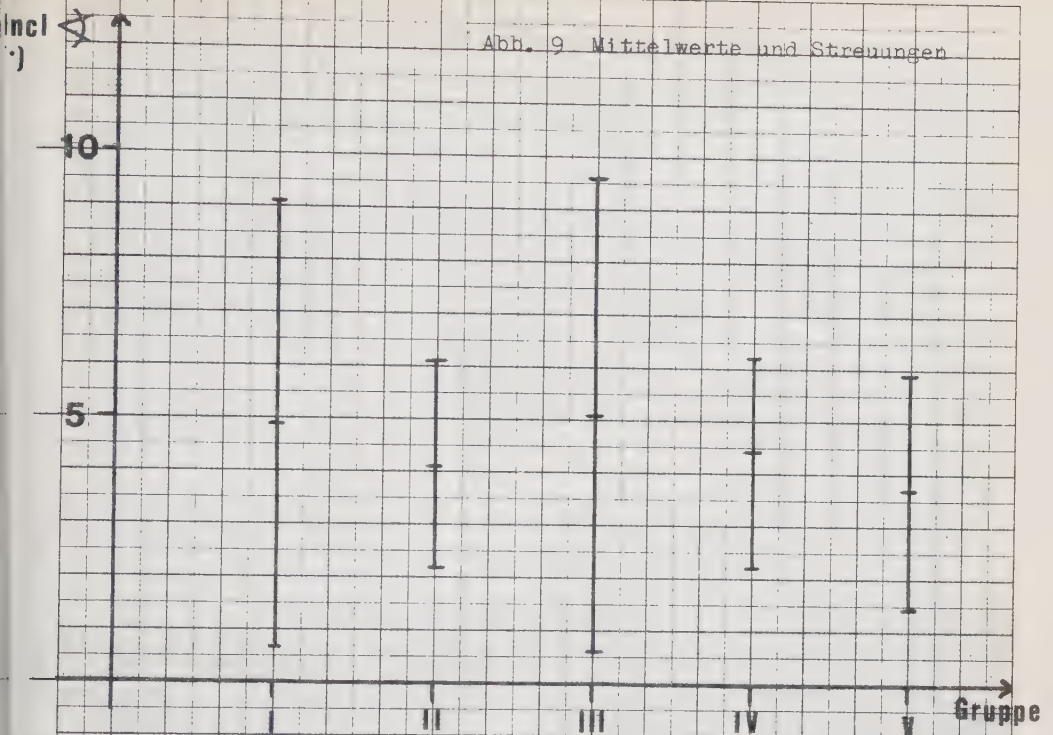
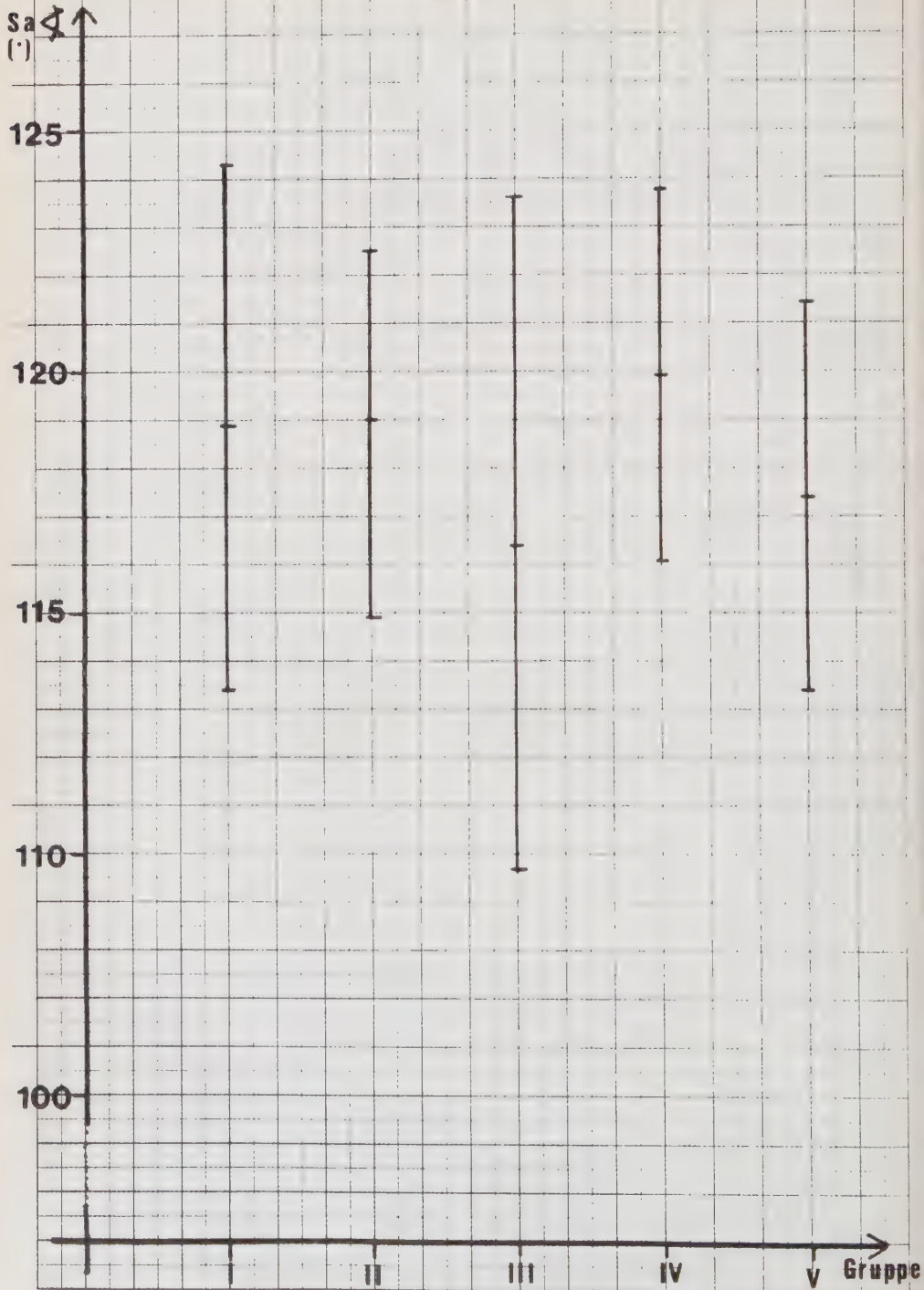


Abb. 10 Mittelwerte und Streuungen



2. Einfache Varianzanalyse (19)

Zwischen den einzelnen Gruppen wurden für jede Variable Mittelwertsvergleiche mit Hilfe der einfachen Varianzanalyse angestellt, um zu prüfen, ob sich diese Mittelwerte der einzelnen Strecken und Winkel signifikant in den einzelnen Gruppen unterscheiden. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 veranschaulicht.

Der F-Wert ist hierbei ein Maß, das angibt, ob und wie stark sich die Mittelwerte der einzelnen Variablen in den fünf Gruppen unterscheiden. Im vorliegenden Fall ergab sich, daß vier (wegen der fünf vorhandenen Gruppen) und 45 (wegen der je zehn Fälle in einer Gruppe) Freiheitsgrade vorhanden waren.

Nach KOLLER (19) ist dafür der F-Wert signifikant (d.h., die Irrtumswahrscheinlichkeit höchstens 0,01), wenn er größer als 3,77 ist. Das war für keine der elf Variablen erfüllt, was bedeutet, daß sich die einzelnen craniometrischen Schädelmaße bei den fünf untersuchten Gruppen für sich genommen nicht unterscheiden. Dieses Ergebnis wird aus den Abbildungen 4 bis 10 verständlich. Keines der untersuchten Maße gab als Einzelwert einen Hinweis auf die bestehende Gebißanomalie.

Tab. 2.1.

Variable 1 Se - V	Summe der Abwei- chungsquadrate	Frei- heits- grade	Mittleres Ab- weichungsquadrat	F-Wert
zwischen den Gruppen	116,417 200	4	29,104 300	1,064
innerhalb der Gruppen	1 231,466 000	45	27,365 911	
Total	1 347,883 200	49		

Variable 2 N - O	Summe der Abwei- chungsquadrate	Frei- heits- grade	Mittleres Ab - weichungsquadrat	F-Wert
zwischen den Gruppen	376,330 000	4	94,082 500	1,321
innerhalb der Gruppen	3 205,950 000	45	71,243 333	
Total	3 582,280 000	49		

Variable 3 Sa $\times$	Summe der Abwei- chungsquadrate	Frei- heits- grade	Mittleres Abwei- chungsquadrat	F-Wert
zwischen den Gruppen	55,320 000	4	94,082 500	0,568
innerhalb der Gruppen	1 095,800 000	45	71,243 333	
Total	1 151,120 000	49		

Variable 4 S - S - L	Summe der Abwei- chungsquadrate	Frei- heits- grade	Mittleres Ab - weichungsquadrat	F-Wert
zwischen den Gruppen	141,870 000	4	35,467 500	2,413
innerhalb der Gruppen	661,475 000	45	14,699 444	
Total	803,345 000	49		

Tab. 2 Ergebnisse der einfachen Varianzanalyse

Tab. 2.2

Variable 5 vOGH	Summe der Ab- weichungsquadrate	Frei- heits- grade	Mittleres Ab - weichungsquadrat	F-Wert
zwischen den Gruppen	35,650 000	4	8,912 500	1,353
innerhalb der Gruppen	296,475 000	45	6,588 333	
Total	332,125 000	49		

Variable 6 hOGH	Summe der Abwei- chungsquadrate	Frei- heits- grade	Mittleres Ab - weichungsquadrat	F-Wert
zwischen den Gruppen	71,770 000	4	17,942 500	2,506
innerhalb der Gruppen	322,150 000	45	7,158 889	
Total	393,920 000	49		

Variable 7 NSe - L	Summe der Abwei- chungsquadrate	Frei- heits- grade	Mittleres Ab - weichungsquadrat	F-Wert
zwischen den Gruppen	74,130 000	4	18,532 5000	1,793
innerhalb der Gruppen	465,175 000	45	10,337 222	
Total	539,305 000	49		

Variable 8 Incl ✕	Summe d. r Abwei- chungsquadrate	Frei- heits- grade	Mittleres Ab- weichungsquadrat	F-Wert
zwischen den Gruppen	13,120 000	4	3,280 000	0,319
innerhalb der Gruppen	463,200 000	45	10,293 333	
Total	476,320 000	49		

Tab. 2.3

Variable 9 S - S χ	Summe der Abweichungsquadrate	Freiheitsgrade	Mittleres Abweichungsquadrat	F-Wert
zwischen den Gruppen	71,200 000	4	17,800 000	1,506
innerhalb der Gruppen	530,800 000	45	11,795 556	
Total	602,000 000	49		

Variable 10 Fa χ	Summe der Abweichungsquadrate	Freiheitsgrade	Mittleres Abweichungsquadrat	F-Wert
zwischen den Gruppen	9,120 000	4	2,280 000	0,127
innerhalb der Gruppen	807,300 000	45	17,940 000	
Total	816,420 000	49		

Variable 11 NSe χ	Summe der Abweichungsquadrate	Freiheitsgrade	Mittleres Abweichungsquadrat	F-Wert
zwischen den Gruppen	1,280 000	4	0,320 000	0,234
innerhalb der Gruppen	61,600 000	45	1,368 889	
Total	62,880 000	49		

3. Nichtlineare Diskriminanzanalyse (1)

Es wurde versucht, aus sieben ausgewählten Variablen aus den elf gemessenen eine Trenngröße für jeden Patienten in der Weise zu berechnen, daß die Zuordnung der Patienten zu den fünf Gruppen "möglichst richtig" wird, d.h., daß die Wahrscheinlichkeit, eine Fehlklassifizierung durchzuführen möglichst gering ist.

Da sich die Kovarianzmatritzen (1) der fünf Gruppen unterschieden, wurde eine *n i c h t* lineare Diskriminanzanalyse durchgeführt. Es wurden aus den elf gemessenen Variablen deshalb nur sieben ausgewählt, weil es sich nur um je zehn Fälle pro Gruppe handelte.

Die für die Untersuchung herangezogenen Variablen waren:

Sa-Winkel	Incl-Winkel
vOGH	S-S-Winkel
hOGH	Fa-Winkel
NSe-Länge	

In der Klassifikationsmatrix (Abb. 11) wird die errechnete Zuordnung zu den fünf Gruppen der tatsächlichen Gruppenzugehörigkeit gegenübergestellt. Die Diagonale ist besetzt, daraus schließt man, daß so viele Fälle, wie angezeigt, der richtigen Gruppe zugeordnet wurden.

Wie aus Abbildung 11 zu ersehen ist, waren das in Gruppe I alle zehn Fälle, ebenso in Gruppe II; in Gruppe III waren es neun, in Gruppe IV sieben und in Gruppe V wieder neun Fälle.

Das zeigt, daß sich mit Hilfe der nichtlinearen Diskriminanzanalyse eine Verknüpfung der sieben ausgewählten Variablen finden läßt, die eine recht gute Zuordnung zu den Gruppen gestattet.

Bei dem Verhältnis von Variablen zu Fallzahlen läßt sich jedoch dieses Ergebnis noch nicht verallgemeinern; es würden hierzu noch wesentlich größere Stichprobenumfänge benötigt werden. Mit unseren Untersuchungen sollte lediglich darauf hingewiesen werden, daß entsprechende Ansätze möglich sind.

Abb. 11 Klassifikationsmatrix

Tatsächliche Gruppe		I	II	III	IV	V
Zuordnung	I	10	0	0	2	0
	II	0	10	0	0	1
	III	0	0	9	1	0
	IV	0	0	1	7	0
	V	0	0	0	0	9

4. Korrelationsrechnung (5)

Im weiteren Verlauf wurde der Einfluß einer Variablen x_i auf eine Variable x_j untersucht.

x_i (unabhängige Variable)	x_j (abhängige Variable)
a., vOGH	hOGH
b. Fa-Winkel	Incl-Winkel
c. S-S-Winkel	vOGH
d. S-S-Winkel	hOGH

Es wurden zunächst die Korrelations- und Regressionskoeffizienten zwischen x_j und x_i für jede Gruppe berechnet.

- Fall a. Signifikanz der Korrelationskoeffizienten nur in der zweiten Gruppe, in den anderen Gruppen nicht signifikant.
- Fall b. Signifikanz der Korrelationskoeffizienten nur in der fünften Gruppe, in den anderen Gruppen nicht signifikant.
- Fall c. Signifikanz der Korrelationskoeffizienten in keiner Gruppe.
- Fall d. Signifikanz der Korrelationskoeffizienten in keiner Gruppe.

Da für keines der untersuchten Wertpaare ein signifikanter Unterschied in allen Gruppen nachweisbar war, wurde auf eine anschließende Kovarianzanalyse (5) verzichtet.

Hierbei hätte geprüft werden können, ob Unterschiede zwischen den Gruppen hinsichtlich der abhängigen Variablen bestanden, nachdem der Einfluß der unabhängigen Variablen eliminiert worden war.

V. ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Arbeit war auf das Ziel gerichtet, die Frage aufzuhellen, ob Anomalien des Zahn- und Kieferbereiches in gesetzmäßiger Abhängigkeit stehen vom Aufbau des Gesichts- und Schädel skelettes.

Zur Untersuchung wurden Fernröntgenprofil aufnahmen verwendet, die bei Patienten der Kieferorthopädischen Abteilung der Zahn-, Mund- und Kieferklinik in Mainz routinemäßig angefertigt werden. Die Fragestellung erforderte ein geeignetes Auswertungsverfahren, das in Anlehnung an die Methode von A. M. SCHWARZ gute Voraussetzungen bot, und zwar insofern, als dem Verfahren die Trennung von Kieferbereich und Gesichtsregion zugrunde liegt.

Eine Auswahl von verschiedenen Anomaliengruppen schien geeignet, der Frage näherzukommen. Die Selektion ergab sich aus einer Zahl von eintausend Patienten, von denen in fünf Gruppenbildern je zehn in Angleichung an Alter und Geschlecht zur Untersuchung kamen. Die fünf Gruppen betrafen Anomalien der Klassen II_1 , II_2 und III nach ANGLE, und zwei weitere Erscheinungsbilder, nämlich ein eklatantes Mißverhältnis zwischen Zahnbreiten

und Kieferbasis, und schließlich eine Anomaliengruppe, deren hervorstechendstes Merkmal der vertikal offene Biß im frontalen Abschnitt war.

Die biostatistische Auswertung erstreckte sich zunächst auf die Feststellung der Mittelwerte und Standardabweichungen der im Auswertungsschema genannten Werte.

Als weiterer Schritt folgte die Durchführung der einfachen Varianzanalyse. Das Ergebnis zeigte, daß mit Hilfe dieses Verfahrens zwischen Kiefer- und Gesichtsbereich keine statistisch nachweisbaren Beziehungen bestehen. Diese Aussage schien die wichtige Schlußfolgerung zu bestätigen, daß eine Trennung zwischen Kiefer- und Gesichtsbereich vorzunehmen sei.

Auf dem Wege der Korrelationsrechnung sollte die Abhängigkeit zusammengehöriger Größen untereinander ermittelt werden. Das Ergebnis zeigte auch hier, daß eine Trennung der fünf Gruppen anhand der Werte des Gesichtsbereiches auch dann nicht möglich war, wenn die Einflüsse bestimmter Variablen auf andere eliminiert worden war. Auch das spricht für die These der Unabhängigkeit der Kieferanomalien vom Aufbau der Schädel- und Gesichtsregion.

In einem letzten Verfahren sollte noch die Verwendung der nichtlinearen Diskriminanzanalyse eventuelle Aufschlüsse bringen. Hier zeigte sich eine Abweichung in der Aussage gegenüber den anderen Verfahren.

Die angelegte Klassifikationsmatrix gibt zu erkennen, daß der Computer in der Lage ist, die einzelnen Anomalienbilder anhand von sieben Variablen in einer großen Anzahl von Fällen in die richtige Gruppe einzuordnen, was darin zum Ausdruck kommt, daß die Diagonale von links oben nach rechts unten besetzt ist.

Das Diagramm macht deutlich, daß in den Gruppen I und II alle 10 Fälle, in den Gruppen III und V je neun Fälle und in der Gruppe IV sieben Fälle richtig zugeordnet wurden. Das zeigt, daß sich mit Hilfe der nichtlinearen Diskriminanzanalyse eine Verknüpfung der sieben ausgewählten Variablen finden läßt, die eine recht gute Zuordnung zu den Gruppen gestattet. Dieses Ergebnis muß jedoch, wie im Text dargelegt, mit Zurückhaltung angenommen werden.

Weitere Untersuchungen muß es vorbehalten bleiben, den z.Zt. noch theoretischen Gehalt dieser Aussage der praktischen Anwendung nutzbar zu machen.

VI. LITERATURVERZEICHNIS

1. ANDERSON, T.W. An introduction to multivariate
statistical analysis
New York 1958
2. BAMBHA, J.K. Longitudinal cephalometric
roentgenographic study of face
and cranium in relation to body
hight
J.Amer.Dent.Ass. 63, 1961 S. 776
3. BREEG, W. Kieferorthopädisch-diagnostische
Merkmale und therapeutische Wege
bei eintausend Jugendlichen mit
abwegiger Gebißentwicklung
Med.dent.Diss. Mainz 1963
4. BRODIE, A.G. Wie wir den Gesichtsschädel er-
forschten
Fortschr. Kieferorthop. 20, 1959
S. 105
5. BROWNLEE, K.A. Statistical Theory and methodology
New York 1967

6. BRÜCKL, H. Zur schematischen Darstellung
und Klassifizierung der Einla-
gerungsmöglichkeiten des Gebisses
im Schädel nach dem Verfahren
von A.M. Schwarz
Fortschr. Kieferorthop. 17, 1956
S. 283
7. BUCKLEY, D.E. A cephalometric roentgenographic
study of the facial skeleton in
class II₁ malocclusion
zitiert nach GRABER, T.M.
8. CHINAPPI, A.S. A quadrilated analysis of lower
face skeletal patterns
Amer. J. Orthodont. 58, 1970
S.341
9. DAHAN, J. Eine röntgenographische Studie
von Fällen mit Dystopie bzw. Re-
tention des oberen Eckzahnes
Fortschr. Kieferorthop. 31, 1970
S. 249
10. DAHAN, J. Schädelkorrelation in der norma
basalis als kephalometrischer Bei-

- trag zur Frage der Extraktion
Fortschr. Kieferorthop. 30, 1969
S. 112
11. FERNEX, E. Application de la cephalometrie
an diagnostic en orthopedie dento-
faciale
Schweiz. Mschr. Zahnk. 1966 S. 192
12. GRABER, T.M. A critical review of clinical
cephalometric radiographie
Amer. J. Orthodont. 40, 1954 S. 1
13. HAUSSEER, E. Gebißform, Kiefer- und Gesichts-
beziehungen und Gesichtsausdruck
Fortschr. Kieferorthop. 17, 1956
S. 175
14. HAUSSEER, E. Schädelaufbau bei anatomisch kor-
rekter Okklusion
Fortschr. Kieferorthop. 17, 1956
S. 32
15. HAUSSEER, E. Die aufnahmetechnischen Bedingun-
gen der Fernröntgenaufnahmen
Zahnärztl. Welt 1952, S. 442

16. HITCHCOCK, P.H. A cephalometric Description of
 class I malocclusion
Amer. J. Orthodont. 55, 1969 S. 124
17. HOUP, M.I. Growth of the craniofacial complex
 of the human fetus
Amer. J. Orthodont. 58, 1970 S.373
18. KAPOOR, D.N. A cephalometric study of dento-
 facial hights
J. Indian Dent. Ass. 41, 1969
19. KOLLER, S. Neue graphische Tafeln zur Beur-
 teilung statistischer Zahlen
Darmstadt 1969
20. KROGMAN, Ph.D. und Syllabus in roentgenographic
 SASSOUNI, V. cephalometry
 Philadelphia 1957
21. LEVINH, W.C. A cephalometric roentgenographic
 cross - sectional study of the
 craniofacial complex in fetuses
 from 12 weeks to birth
Amer. J. Orthodont. 53, 1967 S. 822

22. LEWIN, Th. und
HEDEGARD, Bj.
An anthropometric study of head
and face of mature adults in Swe-
den
acta Odont. Scand. 28, 1970 S. 935
23. LIEB, G.
Untersuchungen über die Variatio-
nen im Aufbau des Gesichtsschä-
dels und ihren korrelativen Zu-
sammenhang mit der individuellen
Form des Kauorgans bei Gebißfehl-
bildungen
Fortschr. Kieferorthop. 27, 1966
S. 276
24. MARTIN, R. und
SALLER, K.
Lehrbuch der Anthropologie
Stuttgart 1957
25. MORREES, C.F.A.
Normal Variation in its bearing
in the use of cephalometric
radiography in orthodontic diagno-
sis
Amer. J. Orthodont. 39, 1953
S. 942
26. MÜLLER, G.
Über die Korrelationen von Zahn-,
Kiefer- und Schädelgrößen bei

Zwillingen

Fortschr. Kieferorthop. 22, 1961
S. 84

27. NAWRATH, K.

Über Längen- und Winkelwerte der
Fernröntgenaufnahme des Schädels
Fortschr. Kieferorthop. 19, 1958
S. 240

28. NAWRATH, K.

Kraniometrische Merkmale bei un-
terschiedlichen Anomalien
Fortschr. Kieferorthop. im Druck

29. NAWRATH, K.

Die Bedeutung des Zentralstrahls
bei Darstellung von Röntgenauf-
nahmen des Schädels
Fortschr. Kieferorthop. 20, 1959
S. 192

30. PASZEHR, R.

Fernröntgenologische Untersuchun-
gen der Morphologie des Kiefers
und Gesichtes bei regelrecht und
abwegig gestalteten Gebissen
Med. dent. Diss. Mainz 1959

31. RICKETTS, R.M.

The evaluation of diagnosis to

computerized cephalometrics

Amer. J. Orthodont. 55, 1969 S. 795

32. RIEDEL, R.A.

A cephalometric study of the
relation of the maxilla and asso-
ciated parts of the cranial base
in normal and malocclusion of
the teeth

Masters Thesis, Northwestern Uni-
versity 1948

zitiert nach GRABER

33. RUHLAND, A.

Die kephalometrischen Relatio-
nen bei offenem Biß

Fortschr. Kieferorthop. 27, 1966
S. 496

34. SASSOUNI, V. und
NANDA, S.

Analysis of dento-facial vertical
proportions

Amer. J. Orthodont. 50, 1964 S. 801

35. SASSOUNI, V.

A classification of skeletal
facial types

Amer. J. Orthodont. 55, 1969 S. 109

36. SASSOUNI, V.

A roentgenographic cephalometric

- analysis of cephalo-dental
relationships
Amer. J. Orthodont. 41, 1955 S.735
37. SCHWARZ, A.M. Die Röntgenostatik
Wien 1958
38. SCHWÄRZ, A.M. Der Deckbiß im Fernröntgenbild
Fortschr. Kieferorthop. 17, 1956
S. 89
39. SCOTT, J. The Analysis of facial growth
Amer. J. Orthodont. 44, 1958
S. 507
40. TABORI, P. und
SCHMUTH, G. Kephalometrische Befunde bei Ge-
sichtern mit schräg nach vorn ver-
laufendem Mundprofil
Fortschr. Kieferorthop. 22, 1961
S. 334

LEBENS LAUF

Am 3. November 1947 wurde ich als Sohn des Zahnarztes Erich Gundlach und seiner Ehefrau Anneliese, geb. Schröder, in Kassel geboren.

Meine Einschulung erfolgte am 27. April 1954 in die Grundschule Kassel-Harleshausen. Am 18. April 1958 wechselte ich in die Wilhelmschule, Gymnasium für Jungen, in Kassel-Wilhelmshöhe. Dort legte ich am 2. November 1966 die Reifeprüfung im naturwissenschaftlichen Zweig ab.

Im Wintersemester 1966/67 begann ich an der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz zu studieren. Zunächst belegte ich die Fächer Biologie und Chemie, da ich im Fach Zahnmedizin keinen Studienplatz bekam. Im Sommersemester 1967 unterzog ich mich einer Prüfung und konnte dann das Zahnmedizinstudium aufnehmen. Das Wintersemester 1966/67 wurde mir einschließlich der Vorlesungen anerkannt.

Am 10. Oktober 1967 legte ich die naturwissenschaftliche Vorprüfung für Zahnmediziner ab, die zahnärztliche Vorprüfung folgte am 31. März 1969 und am 31. November 1971 legte ich vor dem Prüfungsausschuß der Hohen Medizinischen Fakultät in Mainz die zahnärztliche Prüfung ab.

Seit 1. Dezember 1971 bin ich Verwalter einer wissenschaftlichen Assistentenstelle in der Konservierenden Abteilung der Zahn-, Mund- und Kieferklinik in Mainz.

Am 10. Dezember 1971 heiratete ich Fräulein Jeanette Weigand.

An dieser Stelle möchte ich meinen besonderen Dank Herrn Professor Dr. Karl Nawrath aussprechen für die freundliche Überlassung des Themas und die Hilfe bei der Bearbeitung.

Ebenfalls gilt mein Dank Herrn Dr. Bernd Friedel vom Institut für Medizinische Statistik und Dokumentation (Leiter Prof. Dr. Dr. S. Koller) in Mainz, für die Mithilfe bei der Bearbeitung des statistischen Teils der Arbeit.

